

SUMÁRIO

Prefácio	15
1 Fundamentos de Eletromagnetismo	17
1.1 A lei de Coulomb e a superposição linear	18
1.2 Energia do campo eletrostático	23
1.3 Meios dielétricos e a polarizabilidade molecular	26
1.4 As leis de Ampère e Biot-Savart	30
1.5 Forças magnéticas	35
1.6 Materiais magnéticos e o momento magnético	37
1.7 Condições de contorno	40
Problemas	43
2 Multipolos Elétricos e Magnéticos	47
2.1 O dipolo elétrico	47
2.2 Expansão do potencial escalar em multipolos	49
2.3 Energia de uma distribuição de cargas num campo externo; o quadrupolo nuclear	53
2.4 Multipolos magnéticos	56
2.5 Torque sobre dipolos magnéticos e a precessão de Larmor	59
Problemas	61
3 Problemas de Contorno em Meios Materiais	67
3.1 Propriedades gerais das funções harmônicas	67

3.2	Equação de Laplace em coordenadas cartesianas	68
3.3	Equação de Laplace em coordenadas esféricas; polinômios de Legendre	72
3.4	Equação de Laplace em coordenadas cilíndricas; funções de Bessel	78
3.5	Equação de Poisson; o diodo elétrico	83
3.6	Meios supercondutores	86
	Problemas	90
4	Equações do Campo Eletromagnético	95
4.1	A lei de Faraday	95
4.2	O efeito Zeeman	97
4.3	As leis de Maxwell	99
4.4	Potenciais do campo eletromagnético; transformações de calibre	103
4.5	Conservação da energia no campo eletromagnético	107
4.6	Conservação do momento no campo eletromagnético	112
4.7	Massa eletromagnética	117
	Problemas	119
5	Radiação por Sistemas de Cargas e Correntes	125
5.1	Potenciais retardados	125
5.2	Campos de uma fonte oscilante localizada	128
5.3	Radiação de dipolos elétricos	131
5.4	Radiação de dipolo magnético	136
5.5	Radiação de quadrupolo elétrico	139
5.6	Radiação por antenas lineares	145
	Problemas	148
6	Ondas Eletromagnéticas	153
6.1	Ondas planas em meios não-condutores	153
6.2	Polarização linear e circular	157
6.3	Pressão de radiação	160
6.4	Momento angular em ondas planas	162
6.5	Ondas planas em meios condutores	165
6.6	Propagação ionosférica e o efeito Faraday	167
6.7	Propagação de ondas em fibras óticas	173
	Problemas	178
7	Fenômenos Eletromagnéticos em Plasmas	183
7.1	O raio de Debye e oscilações de um plasma	184

7.2	As equações da magneto-hidrodinâmica	187
7.3	Equilíbrio dinâmico de um plasma	191
7.4	Ondas de Alfvén	194
	Problemas	197
8	Potenciais de Liénard-Wiechert e os Campos de Cargas em Movimento Uniforme	203
8.1	Os potenciais de Liénard-Wiechert	203
8.2	Campos de uma carga em movimento uniforme	205
8.3	O conceito de fótons virtuais	208
8.4	O efeito Cherenkov	212
	Problemas	216
9	Os Princípios da Relatividade Restrita	221
9.1	Transformações de Galileu	221
9.2	Os postulados da relatividade	223
9.3	A transformação de Lorentz	225
9.4	A massa da partícula relativística	230
9.5	O quadrivetor energia-momento	232
9.6	A conservação da energia-momento em reações de partículas	236
	Problemas	239
10	Eletrodinâmica Relativística	243
10.1	Quadrivetores na eletrodinâmica	243
10.2	O tensor do campo eletromagnético	248
10.3	Propriedades de transformação do tensor do campo	251
10.4	Transformação relativística dos campos de uma carga em movimento uniforme	254
10.5	A densidade de força eletromagnética	256
10.6	Tensor de energia-momento do campo eletromagnético	258
	Problemas	261
11	Movimento Relativístico de Partículas em Campos Eletromagnéticos ...	265
11.1	Derivação da força de Lorentz na teoria da relatividade	265
11.2	Movimento num campo magnético uniforme	267
11.3	Movimento em campos elétricos e magnéticos cruzados	270
11.4	Movimento de partículas em campos magnéticos não-uniformes; o confinamento de um plasma	272
11.5	Movimento relativístico de uma partícula com spin num campo eletromagnético; o momento magnético anômalo do elétron	276
	Problemas	281

12	Colisões de Partículas Carregadas com a Matéria	285
12.1	Perda de energia devida à ionização	285
12.2	Espalhamento coulombiano de partículas por núcleos	289
12.3	Espalhamento múltiplo	294
12.4	Condutividade elétrica do plasma	296
	Problemas	299
13	Radiação de Cargas Aceleradas	303
13.1	Os campos de radiação de uma carga puntiforme	303
13.2	Radiação por cargas com velocidade e aceleração colineares	307
13.3	Radiação por uma partícula numa órbita circular; a radiação de síncrotron	310
13.4	A fórmula de Larmor e sua generalização relativística	316
13.5	Radiação de frenagem nas colisões coulombianas	320
	Problemas	322
14	Dispersão, Espalhamento e Reação da Radiação	327
14.1	Força de reação radiativa	327
14.2	Amortecimento radiativo de um oscilador harmônico	331
14.3	Oscilações forçadas	334
14.4	Espalhamento Thompson por elétrons livres	336
14.5	Espalhamento Rayleigh e o azul do céu	338
14.6	Dispersão de ondas eletromagnéticas	341
14.7	Absorção da radiação	344
14.8	Amplitude de espalhamento frontal; o teorema ótico	346
	Problemas	348
15	Formulação Lagrangiana para o Campo Eletromagnético	353
15.1	Lagrangiana para uma partícula carregada num campo externo	353
15.2	Lagrangiana para um sistema contínuo	356
15.3	Lagrangiana para o campo eletromagnético	359
15.4	Invariâncias e leis de conservação	361
15.5	Hamiltoniana para o campo eletromagnético	365
	Problemas	369
16	Monopolos Magnéticos e a Quantização da Carga Elétrica	373
16.1	Introdução	373
16.2	Monopolos magnéticos	374
16.3	Quantização de Dirac para a carga elétrica	378
16.4	Interação da carga magnética com a matéria	382

16.5 Monopolos magnéticos na física de partículas elementares	384
Problemas	386
Apêndice A – Fórmulas Vetoriais	391
A1 Relações vetoriais	391
A2 Relações integrais	392
A3 Relações diferenciais	393
Apêndice B – Função Delta	395
Apêndice C – Polinômios de Legendre	398
Apêndice D – Funções de Bessel	402
Bibliografia	409
Índice Remissivo	411